



DE 199 22 321 A 1

①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 22 321 A 1**

⑤⑦ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**G 01 C 3/30**

②① Aktenzeichen: 199 22 321.1  
②② Anmeldetag: 14. 5. 1999  
④③ Offenlegungstag: 23. 11. 2000

⑦① Anmelder:  
Carl Zeiss Jena GmbH, 07745 Jena, DE

⑦② Erfinder:  
Feist, Wieland, Dr.-Ing., 07743 Jena, DE; Seeber,  
Marcel, Dipl.-Ing., 07745 Jena, DE; Monz, Ludwin,  
Dr.rer.nat., 07743 Jena, DE; Gräßer, Christian, Dr.,  
07646 Stadtroda, DE; Marold, Thomas, Dipl.-Phys.,  
07747 Jena, DE; Taege, Eyk, Dipl.-Ing., 99097 Erfurt,  
DE; Donath, Bernd, Dr., 07747 Jena, DE

⑤⑥ **Entgegenhaltungen:**

DE 196 04 018 A1  
DE 195 28 465 A1  
DE 40 32 657 A1  
CH 6 80 951 A5

JP 59-202010 A, In: Pat. Abstr. of JP, P-344,  
March 28, 1985, Vol. 9/No. 68;

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

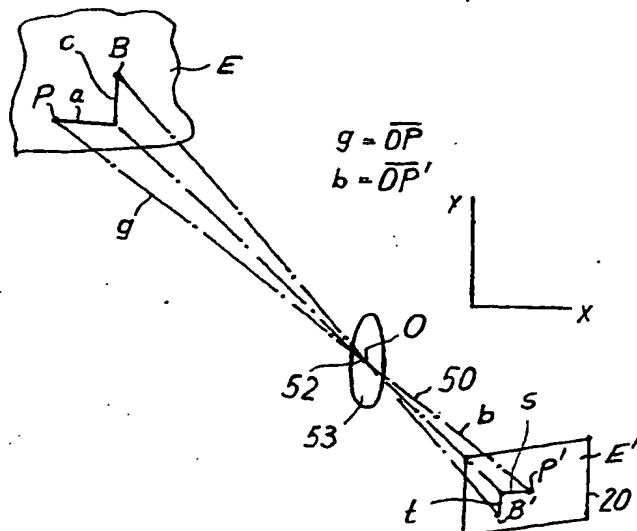
Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren und Anordnung zur Durchführung von geodätischen Messungen mittels Videotachymeter

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen der Koordinaten von Objektpunkten mittels eines, mit einer elektronischen, eine Pixelmatrix umfassenden Kamera ausgerüsteten, an einem Tachymeterstandpunkt angeordneten Videotachymeters, wobei mit Hilfe der elektronischen Kamera des Videotachymeters zu vermessende Objektpunkte und/oder -strukturen, sowie Basispunkte umfassende Bilder aufgenommen werden, welche auf einem Display des Videotachymeters dargestellt und in einem Rechner gespeichert werden. Die, die zu vermessenden Objektpunkte und/oder -strukturen umfassenden Bildinhalte auf dem Display bezeichnenden Pixel werden mittels elektronischer Mittel markiert oder gekennzeichnet und mittels einer Transformation werden den so markierten oder gekennzeichneten Pixeln auf dem Display Pixel auf der Matrix der elektronischen Kamera zugeordnet. Mit Hilfe des Streckenmessers des Videotachymeters wird die Distanz zu mindestens einem Objektpunkt und mit den Winkelmeßsystemen des Videotachymeters werden Höhen- und Horizontalwinkel zu dem mindestens einen Objektpunkt gemessen.

Innerhalb der Bildinhalte der zugeordneten Pixel der elektronischen Kamera wird mittels an sich bekannter Methoden der Bildverarbeitung nach Strukturen, wie Punkten, Kanten, Ecken und dergleichen, gesucht und die Position und Orientierung dieser Strukturen in Bezug auf die durch Objektiv und Kamera gebildete Zielachse des Videotachymeters ermittelt.

Mit diesen ermittelten Strecken- und Winkelwerten ...



DE 199 22 321 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Durchführung von geodätischen Messungen zur Objekt-punktbestimmung mit digitalen Videosensoren und insbesondere mittels, mit einer elektronischen Kamera ausgestatteter Videotachymeter.

Aus der DE 36 28 350 ist bekannt, ein Tachymeter mit einer Videokamera zu koppeln, um gleichzeitig mit der Punktaufnahme ein Videobild des Punktes mit der Punkt-nummer auf dem Zieltafelträger aufzunehmen.

Es ist ferner bekannt, mittels fotoelektrischer Detektoren, die im Brennpunkt des Fernrohrs eines geodätischen Gerätes angebracht sind, die Lage spezieller Zielmarken zu erfassen. Aus der DE 35 38 812 ist bekannt, die Lage einer speziell strukturierten Zielmarke mit einem positionsempfindlichen Detektor zu erfassen. Aus der DE 195 28 465 ist bekannt, die Lage einer selbstleuchtenden oder reflektierenden Zielmarke mittels Schwerpunkt-bildung aus Zeilen- und Spaltensummenfunktionen zu bestimmen. In beiden Fällen sind spezielle Zielmarken (Zieltafeln oder Reflektoren) notwendig, um die Position eines Punktes zu bestimmen.

Aus der DE 196 04 018 ist ein Verfahren zur Vermessung von Gebäudestrukturen bekannt, bei dem Kanten, die einer Vermessung mit einem reflektorlosen Laserentfernungsmesser nicht direkt zugänglich sind, dadurch vermessen werden, daß in unmittelbarer Nähe der Kante Punkte entfernungs-mäßig vermessen werden, aus denen eine Ebene rechnerisch festgelegt wird. Die winkelmäßige Position der Kante wird mit Fernrohr und Fadenkreuz eines Theodoliten visuell bestimmt und in die zuvor bestimmte Ebene hineingerechnet. Dem Verfahren haftet der Nachteil an, daß mehrere Anzielungen visuell erforderlich sind, um die Position der Kante zu bestimmen. Dabei können sich Fehler ergeben, die vor Ort nicht sofort zu finden sind.

Ein Verfahren zur Ausmessung von Gebäuden nach der DE 689 04 911 T2 beinhaltet einen mit einem Entfernungsmesser gekoppelten Theodoliten, mit dem die einen Raum umgebenden Flächen an je mindestens drei Punkten angemessen werden und so die Lage der Flächen im Raum ermittelt werden. Nachteil dieses Verfahrens ist, daß es in der Anwendung auf Innenräume beschränkt bleibt, da es fordert, daß der auszumessende Raum im wesentlichen von Wänden begrenzt wird.

Die DE 198 00 336 verwendet eine Kamera mit einem an dieser angebrachten Entfernungsmesser. Die Punktbestimmung erfolgt in der aus der Photogrammetrie bekannten Weise vermittelt zweier Kameraaufstellungen und der Aufnahme dreier Punkte mit bekannten geometrischen Beziehungen zueinander in beiden Aufnahmen. Aus der US 5 166 878 ist eine Vorrichtung bekannt, bei der von drei Punkten aus Panoramaaufnahmen gemacht werden. Über gemeinsame Punkte in den Aufnahmen erfolgt die Berechnung der Aufnahmestandpunkte sowie der Koordinaten in den Bildern. In ähnlicher Weise beschreibt die WO 97/36147 ein Verfahren zur Bestimmung der Kameraposition bei Stereoaufnahmen mit beliebiger Orientierung aus drei Punkten mit bekannten Abständen, die in beiden Bildern vorhanden sein müssen.

Diesen aus der Photogrammetrie übernommenen Lösungen haftet der Nachteil an, daß eine zweite geeignete Kameraposition vorhanden sein muß, welche jedoch nicht immer gefunden werden kann. Aufgabenstellung der Tachymetrie ist es, mit nur einer Messung möglichst alle notwendigen Meßdaten über einen Punkt zu erhalten und zu bestimmen.

Aus der DE 197 30 257 ist eine Gestaltmessung mit einer CCD-Kamera bekannt, bei der fokussierabhängig eine Korrektur der Verzeichnungsfehler erfolgt, um im Unterschied

zu üblichen photogrammetrischen Kameras auch bei auf Nähe fokussierter Optik arbeiten zu können.

Aus dem Tagungsband: "Optical 3-D Measurement Techniques III" der Tagung der Universität Wien vom 2.-4. Oktober 1995", Seiten 251 bis 262, ist bekannt, Videobilder einer, in einen Theodoliten eingebauten CCD-Kamera auszuwerten. Das Videomeßsystem besteht aus zwei oder mehr Videotheodoliten. Mit geeigneten Bildverarbeitungsverfahren wird der Kontrast der anzumessenden Objekte im Bild verstärkt. Die Auswertung erfolgt, wie bei photogrammetrischen Aufnahmen üblich, durch Identifikation entsprechender Punkte in Aufnahmen beider Standorte und die anschließende Koordinatenbestimmung.

Aus dem Prospekt der Firma Measurements Devices Ltd. betreffend das Gerät "Surveyor™ ALS with Video Option" ist bekannt, daß ein reflektorlos messendes Tachymeter zusätzlich mit einer Videokamera ausgerüstet ist. Das Videobild wird auf einem Rechnerdisplay wiedergegeben. Die Anzielung eines Punktes kann durch Markierung des Punktes auf dem Bildschirm mit der Maus ausgelöst werden. Zu diesem Punkt werden dann Strecke und Winkel gemessen. Ein aus der Berechnung von gemessenen Punktkoordinaten im Rechner erzeugtes Geländemodell kann gleichzeitig mit dem Videobild auf dem Bildschirm wiedergegeben werden, um Modell und Wirklichkeit miteinander vergleichen zu können. Bei diesem Gerät findet keine Bildverarbeitung statt, jeder Punkt muß einzeln angezielt und gemessen werden.

So ist es die Aufgabe der Erfindung, die Nachteile des Standes der Technik zu beseitigen, die Messungen zu vereinfachen und erleichtern, indem die Notwendigkeit entfällt, die Messungen von mehreren Tachymeterstandpunkten aus durchzuführen und das eine Videotachymeter mit einem externen Rechner zu verbinden. Ferner soll die Bedienung des Geräts vereinfacht werden und auch von ungeletem Personal erfolgen können, und die Bestimmung von Punkten im Bild soll eindeutig möglich sein, ohne daß jeder interessierende Punkt einzeln angezielt werden muß.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit den im ersten Anspruch dargelegten Mitteln gelöst. In den weiteren Ansprüchen sind Einzelheiten und weitere Ausführungen zur Erfindung beschrieben.

So werden in dem Videotachymeter ein Objektiv mit einer elektronischen digitalen Kamera, mit Pixel-Matrix im Brennpunkt, eine Fokussierungseinrichtung zur Fokussierung des Bildes auf die Matrix der Kamera, ein Display zur Anzeige des Bildes der Kamera und weiterhin Streckenmesser und Winkelmeßsysteme zur Bestimmung der Horizontal- und Vertikalwinkel der aus Objektiv und Kamera gebildeten Anordnung vorgesehen sind, wobei ein Pen, eine Maus, Trackball oder ähnliche Systeme zur Kennzeichnung von Bildinhalten des Displays verwendet werden. Die Pixelmatrix kann als eine CCD-Matrix oder als eine CMOS-Bildsensormatrix ausgebildet sein. Vermittels einer Transformation werden gekennzeichneten Pixeln auf dem Display Pixel der elektronischen Kamera zugeordnet und innerhalb der Bildinhalte der zugeordneten Pixel der elektronischen Kamera wird mittels an sich bekannter Methoden der Bildverarbeitung nach Strukturen (z. B. Punkte, Kanten, Ecken) gesucht. Es wird die Position und Orientierung dieser Strukturen in Bezug auf die Zielachse der durch Objektiv und Kamera gebildeten Anordnung ermittelt und mit Hilfe der mit dem Streckenmesser bestimmten Distanz zu mindestens einem Bildpunkt sowie der mit den Winkelmeßsystemen gemessenen Winkel Abmessungen dieser Strukturen im Objektraum in der jeweiligen Betrachtungsebene bestimmt.

In einer vorteilhaften Ausführungsform erfolgt die Anzeige der jeweiligen Meß- und Rechenwerte im Display.

Es ist vorteilhaft, die berechneten Strukturen im Display kontrastmäßig, durch Blinken oder Farbe hervorzuheben.

Es ist weiterhin vorteilhaft, ein Lineal in das Display einzublenden, dessen Maßstab im Objektraum durch Distanzmessung kalibriert wurde.

Weiterhin ist es vorteilhaft, die Meßbilder mit den dazu berechneten Daten zur Dokumentation des Meßprozesses abzuspeichern.

Es ist weiterhin vorteilhaft, einen beliebigen Teil des Bildes der elektronischen Kamera mit ihrer vollen Auflösung auf dem Display zur Abbildung zu bringen. Dazu kann es von Vorteil sein, ein Zielkreuz oder Meßmarken mit auf dem Display zu erzeugen.

Bei Anzeige oder Abspeicherung kann es von Vorteil sein, die Auflösung zum Bildrand zu reduzieren. Das kann durch einen nichtlinearen Abbildungsmaßstab geschehen.

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel erläutert werden. Es zeigen:

Fig. 1 eine Übersicht eines erfindungsgemäßen Videotachymeters,

Fig. 2 eine Darstellung der Pixelzuordnung zwischen Display und Kamerachip,

Fig. 3 eine Darstellung der graphisch orientierten Datengewinnung auf dem Display,

Fig. 4 die Zuordnung zwischen Objekt- und Bildraum und

Fig. 5 ein in das Bild eingeblendetes Lineal.

Die Fig. 1 zeigt ein Videotachymeter 1, das auf einem Stativ 2 aufgestellt ist. Das Tachymeter 1 verfügt über einen Dreifuß 3, eine Stütze 4 und ein Fernrohr 5 mit einer elektronischen Kamera mit CCD-Matrix oder einer CMOS-Bildsensormatrix. Die Stütze 4 ist um eine vertikale Stehachse 9 drehbar. Das Fernrohr 5 mit der Kamera ist um eine horizontale Kippachse 10, die in der Stütze 4 gelagert ist, drehbar.

Das Videotachymeter 1 verfügt über nicht näher dargestellte an sich bekannte Winkelmeßsysteme zur Messung der Drehung um die Stehachse 9 (Horizontalwinkel) und um die Kippachse 10 (Vertikalwinkel gegen die Horizontalebene), einen nicht dargestellten Neigungssensor zur Messung der Neigung der Stehachse 9 in zwei zueinander senkrechten Richtungen und ein nicht dargestelltes Streckenmeßsystem zur Bestimmung von Distanzen zu Objektpunkten und evtl. Basispunkten sowie von Objektstrukturen im Objektraum und anderen Bildinhalten. Stehachse 9 und Kippachse 10 stehen senkrecht aufeinander.

Das Fernrohr 5 enthält zusammen mit der eingebauten elektronischen Kamera in an sich bekannter Weise ein Objektiv, eine Fokussierlinse sowie einen bildgebenden Empfänger, z. B. eine CCD-Matrix, die in der Brennebene des Objektivs des Fernrohrs oder der Kamera angeordnet ist. Die CCD-Matrix ist über einen Rechner mit einem Display 6 des Videotachymeters verbunden, wobei das Display 6 das Bild des Objektes, das auf der CCD-Matrix abgebildet ist, wiedergibt.

Wird ein Ziel- oder Objektpunkt, der zum Beispiel durch einen Reflektor 7 dargestellt ist, mit dem Videotachymeter angezielt, was durch Betätigung der Triebknöpfe 11, 12 am Videotachymeter bewirkt wird, so kann das Bild 8 des Reflektors 7 im Display 6 betrachtet werden. Indem die Bildwiederholrate des Displays 6 ausreichend hoch ist, zum Beispiel 10 bis 25 Bilder pro Sekunde, kann mit dem Display 6 der Reflektor 7 in gleicher Weise angezielt werden wie ein Zielpunkt bei konventionellen Fernrohren mit einem Okular.

Die Fig. 2 zeigt in einem Blockschaltbild die CCD-Matrix 20 sowie das Display 6. Das Display 6 ist hier schematisch als über die Schaltung 84 zur Aufbereitung des Bildsignals für die Anzeige mit der CCD-Matrix 20 verbunden ge-

zeichnet. Das Display 6 ist ein sogenannter Touchscreen, d. h. durch Berühren einzelner Stellen auf dem Display 6 können analog der Bedienung einer Tastatur dem Geräte-rechner bestimmte Bedienschritte und Kommandos mitgeteilt werden. Insbesondere können mit einem Pen einzelne Punkte 21 auf dem Display 6 berührt und damit markiert werden, wobei der Rechner die Koordinaten (x', y') des berührten Pixels ermitteln kann. Im Allgemeinen haben aber Displays nicht unbedingt dieselbe Anzahl Pixel wie sie die Kamerachips besitzen, so daß einem Punkt 21 mit den Pixelkoordinaten (x', y') des Displays 6 ein Pixel 22 (x, y) der CCD-Matrix 20 zugeordnet werden muß. Dabei liege bei der CCD-Matrix 20 die x-Achse in horizontaler Zeilenrichtung und die y-Achse in vertikaler Spaltenrichtung. Beim Display 6 liegen analog die x'-Achse in horizontaler Zeilenrichtung und die y'-Achse in vertikaler Spaltenrichtung.

Im einfachsten Fall einer Abbildung des gesamten Bildinhalts auf die Gesamtfläche des Displays gelten folgende Zuordnungen:

- a Anzahl der Pixel in einer Zeile der CCD-Matrix
- b Anzahl der Pixel in einer Spalte der CCD-Matrix
- c Anzahl der Pixel in einer Zeile des Displays
- d Anzahl der Pixel in einer Spalte des Displays

Es gilt:

$$x = \text{Int} [x' \cdot a/c] \quad [1]$$

$$y = \text{Int} [y' \cdot b/d] \quad [2]$$

Wird also ein Punkt 21 mit den Koordinaten (x', y') des Displays 6 des Videotachymeters markiert, wird diesem mit Hilfe der Gleichungen [1] und [2] ein Pixel 22 mit den Koordinaten (x, y) der CCD-Matrix 20 zugeordnet. Die Funktion Int bedeutet dabei den ganzzahligen Anteil. Diese Markierung kann nun in der aus Rechnerprogrammen für die Bildverarbeitung an sich bekannten Weise nicht nur für Punkte, sondern auch für Kanten, Ecken und ähnliche geometrische Figuren und Objekte erfolgen. In gleicher Weise kann mit Hilfe des Displays für den Rechner durch Markierung eines Softkeys mitgeteilt werden, um was für ein geometrisches Objekt es sich gerade handelt.

Mit Hilfe der Gl. [1] und [2] ist es möglich, diese Objekte im Datensatz der CCD-Matrix 20 wiederzufinden. In der Umgebung der so berechneten Pixel (x, y) wird dann nach dem markierten Objekt mittels an sich bekannter Bildverarbeitungsalgorithmen gesucht. Der Begriff Umgebung bedeutet dabei, daß der Suchbereich um so viele Pixel erweitert werden muß, wie für eine sichere Subpixelinterpolation der gesuchten geometrischen Objekte erforderlich sind. Weiterhin soll hier bemerkt werden, daß anstelle einer CCD-Matrix auch eine CMOS-Bildsensormatrix eingesetzt werden kann.

Das dazu erforderliche Vorgehen zeigt Fig. 3. Das Display 6 ist hierbei in zwei Bereiche unterteilt, einen Bildbereich 30 und einen Bedienbereich 36. Der Bildbereich 30 zeigt als Bildinhalt Objekte, die von der CCD-Kamera des Videotachymeters 1 aufgenommen werden, so das Bild 8 des Reflektors 7, der am Zielort im oder am Objektpunkt aufgestellt ist, weiterhin beispielsweise eine Hausfront 31 mit der Hauskante 33 und dem Fenster 32. Mit einem Cursor 34 wird nun in an sich von Computern mit grafischer Bedienoberfläche her bekannter Weise ein Objekt (z. B. eine Kante oder ein Punkt) markiert. In Fig. 3 ist die Hauskante 33 mit einer Markierung 35 umgeben, die mit Hilfe des Cursors 34 erzeugt wurde.

Im Bedienbereich 36 des Displays 6 sind softwaremäßig erzeugte Tasten 37-41 vorhanden. Durch Berührung dieser Tasten mit dem Pen kann mit Hilfe der Software in dem

markierten Bereich 35 nach einem geometrischen Objekt gesucht werden. Die Taste 37 bewirkt die Suche nach einem Punkt, die Taste 38 nach einer Kante, die Taste 39 nach einer Ecke. Die Taste 40 hat die Funktion: Fangen eines beliebigen Objekts, d. h. durch Betätigung dieser Taste ermittelt die Software der verwendeten Rechners selbst die Art des Objekts. Im Beispiel der Hauskante 33 wird die Taste 38 betätigt. Die Software des Rechners des Videotachymeters 1 bestimmt für die Pixelkoordinaten ( $x'$ ,  $y'$ ) des durch die Markierung 35 umgrenzten Bereichs des Displays 6 die zugehörigen Pixel ( $x$ ,  $y$ ) der CCD-Matrix mittels der Gleichungen [1] und [2] und sucht in diesem Bereich beispielsweise nach einer Kante.

Die Subpixelinterpolation der geometrischen Objekte erfolgt durch an sich bekannte Verfahren der Bildverarbeitung. Die durch Subpixelinterpolation gefundene Kante kann dann vorteilhaft mit einer anderen Farbe im Display 6 hinterlegt werden, um ihre berechnete Lage zu kennzeichnen. Mit der Escapetaste 41 kann dann beispielsweise die Menüebene oder der Bedienbereich 36 verlassen werden. In der gezeigten Weise lassen sich alle geometrischen Objekte im Bild markieren und ihnen Koordinaten im System der CCD-Matrix 20 zuordnen.

Fig. 4 zeigt die Zuordnung zwischen je einer Ebene im Objekt- und Bildraum. So ist eine Ebene E im Objektraum einer Ebene E' im Bildraum in der Ebene der CCD-Matrix 20 zugeordnet. Die optische Achse 50 des Videotachymeters 1 ist durch einen Punkt P im Objektraum, den Objekthauptpunkt 52 des schematisch gezeichneten Fernrohrobjektivs 53 und den Durchstoßpunkt P' der optischen Achse 50 durch die CCD-Matrix 20 markiert. Dieser Durchstoßpunkt P' haben die Koordinaten ( $x_m$ ;  $y_m$ ) im Koordinatensystem der CCD-Matrix 20.

Die Bildebene E' der CCD-Matrix 20 ist senkrecht zur optischen Achse 50. In der Bildebene liegen der Durchstoßpunkt P' der optischen Achse 50 und ein Bildpunkt B'. Der Bildpunkt B' habe die durch Subpixelinterpolation erhaltenen Koordinaten ( $x_i$ ;  $y_i$ ). Die Ablage s des Punktes B' zum Durchstoßpunkt P' der optischen Achse 50 in x-Richtung ergibt sich aus ( $x_i - x_m$ ). Die Ablage t des Punktes B' zum Durchstoßpunkt P' der optischen Achse 50 durch die Ebene E' in y-Richtung ergibt sich aus ( $y_i - y_m$ ).

In einer Objektebene E senkrecht zur optischen Achse liegt der zu bestimmende Objektpunkt B, dessen Abbildung der Punkt B' in der Bildebene E' ist, sowie ein Durchstoßpunkt P auf der optischen Achse, welcher der Durchstoßpunkt der optischen Achse 50 durch die Ebene E ist, in der der Objektpunkt B liegt. Der Objektpunkt B kann Teil eines entsprechend Fig. 3 markierten und interpolierten geometrischen Objekts 33 (Fig. 4) sein. Der Objektpunkt B hat die zu bestimmende seitliche Ablage a und die Ablage in der Höhe c zum Durchstoßpunkt P in der Ebene E senkrecht zur optischen Achse 50. Diesen Ablagen sind Ablagen (Koordinaten) a und c zuordenbar.

Wenn der Abbildungsmaßstab M bekannt ist, können diese Koordinaten (a; c) bestimmt werden. Es ergibt sich:

$$a = M \cdot (x_i - x_m) \quad [3]$$

$$c = M \cdot (y_i - y_m) \quad [4]$$

Der Maßstab M kann auf verschiedene Weise bestimmt werden. So kann eine Distanzmessung sowohl nach einem Reflektor oder auch reflektorlos zum Punkt P erfolgen. Der Maßstab M ergibt sich nach bekannten optischen Gesetzen zu:

$$M = g/b \quad [5]$$

Dabei ist b die Bildweite, d. h. der Abstand der CCD-Matrix 20 von der bildseitigen Hauptebene des Objektivs 53. Die Gegenstandsweite g ist der Abstand des Punktes P von der objektseitigen Hauptebene des Objektivs 53, die aus der gemessenen Distanz und den Optikkdaten des Fernrohrs 5 bestimmt werden kann. Die Distanz ist der Abstand des Punktes P von der Stehachse des Videotachymeters; um welche dieses schwenkbar ist.

Weiterhin kann eine trigonometrische Entfernungsmessung direkt zum Punkt B beziehungsweise dem geometrischen Objekt, das den Punkt B enthält, in der Weise durchgeführt werden, daß ein zweites Videotachymeter denselben Punkt anmißt, wobei die Distanz beider Geräte und ihre gegenseitige Orientierung zueinander bekannt sind. Diese Verfahren sind bekannt und nicht Gegenstand dieser Erfindung.

Mit Hilfe der Distanz, der mit den Winkelmeßsystemen des Tachymeters gemessenen Horizontal- und Vertikalwinkel sowie der Geräteneigungen können wiederum in bekannter Weise angezielten Objektpunkten P Koordinaten zugeordnet werden. Den aus dem Bildinhalt der CCD-Matrix 20 extrahierten, geometrischen Objekten können mit Hilfe der Gleichungen [3] und [4] bei horizontaler Zielung Koordinaten in Bezug auf angezielte Objektpunkte P zugeordnet werden. Bei geneigter Zielung sind die Meßwerte entsprechend bekannter Gesetzmäßigkeiten aus der Photogrammetrie zu reduzieren. Somit ist es möglich, von geometrischen Objekten Koordinaten zu bestimmen.

Die Fig. 5 zeigt eine andere erfindungsgemäße Ausbildung des Displays 6 der Videotachymeters 1, bei welcher anstelle einer digitalen Bildverarbeitung eine analoge Meßmöglichkeit im Bild besteht. Das Display 6 zeigt zunächst Rahmenmarken 62 sowie ein Zielkreuz 63, daß die optische Achse 50 (Fig. 4) markiert. Diese Rahmenmarken 62 werden softwaremäßig erzeugt. Wird mit dem Videotachymeter 1 ein Reflektor angezielt, erscheint im Display 6 das Bild des Reflektors 8. Weiterhin ist das Bild eines ebenfalls im Bildfeld befindlichen auszumessenden Objekts 8', zum Beispiel ein Baum zu sehen, der sich zumindest näherungsweise in gleicher Entfernung wie der Reflektor 8 befindet. Bei bekannter Distanz zum Reflektor 8 können mit Hilfe der Gleichungen [3] und [4] die Maßstabsgrößen a und c (Fig. 4) berechnet werden. Diese Größen werden an einem Maßstab 64 dargestellt. Der Maßstab 64 kann um seinen Nullpunkt 65 gedreht und frei mit einem Cursor verschoben werden. Somit ist es dem Benutzer möglich, durch Anlegen des Maßstabs 64 an Bilder von Meßobjekten 67 (z. B. Kante des Baumes 8') Messungen vorzunehmen, zum Beispiel den Durchmesser des Baumes zu messen. Die Meßgröße des Maßstabes 68, die Lage des Cursors zum Zielkreuz 69 und der Maßstab des Displaybildes 70 können ebenfalls vorteilhaft auf gesonderten Feldern oder an ausgewählten Stellen im oder auf dem Display 6 angezeigt werden. Es ist auch möglich, den vertikalen Cursormaßstab 71 mit dem Neigungswinkel des Fernrohrs 5 (Fig. 1) gegen die Horizontalebene zu variieren, damit die Größe c in die vertikale Richtung projiziert wird.

Zur Verdeutlichung können auch berechnete Strukturen auf dem Display kontrastmäßig hervorgehoben werden, beispielsweise durch ein Blinken der Strukturen oder durch eine farbliche Kennzeichnung derselben.

Die Erfindung ist nicht auf das vorstehende Ausführungsbeispiel beschränkt. So kann das Display am Fernrohr oder auch vom Tachymeter entfernt angebracht sein. Das Bild kann unterschiedlich gezoomt oder mit von der Mitte zum Rand variierendem Abbildungsmaßstab dargestellt werden. Meßbilder können zusammen mit den aus ihnen extrahierten Meßdaten abgespeichert werden.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen der Koordinaten von Objektpunkten mittels eines mit einer elektronischen, eine Pixel-Matrix umfassenden Kamera ausgerüsteten, an einem Tachymeterstandpunkt angeordneten Videotachymeters,
  - wobei mit Hilfe der elektronischen Kamera des Videotachymeters zu vermessende Objektpunkte und/oder -strukturen sowie Basispunkte umfassende Bilder aufgenommen werden, welche auf einem Display des Videotachymeters dargestellt und in einem Rechner gespeichert werden, und daß die, die zu vermessenden Objektpunkte und/oder -strukturen umfassenden Bildinhalte auf dem Display bezeichnenden Pixel mittels elektronischer Mittel markiert oder gekennzeichnet werden,
  - daß mittels einer Transformation so markierten oder gekennzeichneten Pixeln auf dem Display Pixel auf der Matrix der elektronischen Kamera zugeordnet werden,
  - daß mit Hilfe des Streckenmessers des Videotachymeters die Distanz zu mindestens einem Objektpunkt und mit den Winkelmeßsystemen des Videotachymeters Höhen- und Horizontalwinkel zu dem mindestens einen Objektpunkt gemessen werden,
  - daß innerhalb der Bildinhalte der zugeordneten Pixel der elektronischen Kamera mittels an sich bekannter Methoden der Bildverarbeitung nach Strukturen, wie Punkten, Kanten, Ecken und dergleichen, gesucht wird,
  - daß die Position und Orientierung dieser Strukturen in Bezug auf die durch Objektiv und Kamera gebildete Zielachse des Videotachymeters ermittelt wird,
  - und daß mit diesen ermittelten Strecken- und Winkelwerten die Abmessungen dieser Strukturen im Objektraum in der jeweiligen Betrachtungsebene bestimmt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzeige jeweiliger Meß- und Rechenwerte im Display vorgenommen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die berechneten Strukturen im Display kontrastmäßig, durch Blinken oder Farbe hervorgehoben werden.
4. Verfahren nach mindestens einem der vorgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Lineal in das Display eingeblendet ist, dessen Maßstab im Objektraum durch Distanzmessung kalibriert ist.
5. Verfahren nach mindestens einem der vorgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßbilder mit den dazu berechneten Daten zur Dokumentation des Meßprozesses in einer Rechner abgespeichert werden.
6. Verfahren nach mindestens einem der vorgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein beliebiger Teil des durch die elektronische Kamera aufgenommenen Bildes mit seiner vollen Auflösung auf dem Display des Videotachymeters abgebildet wird.
7. Verfahren nach mindestens einem der vorgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Zielkreuz oder Meßmarken mit auf dem Display erzeugt und sichtbar gemacht werden.
8. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens, um-

fassend an einem Gerätestandort ein VTM mit Fernrohr und Videokamera mit Pixel-Matrix und Display zur Darstellung der auf der CCD-Matrix abgebildeten Objekt- und Basispunkte, sowie Strecken- und Winkelmeßsystemen zur Bestimmung von Distanzen, Horizontal- und Vertikalwinkeln zu Objektpunkten B, dadurch gekennzeichnet,  
 daß das Display mindestens einen Bedien- und einen Bildbereich besitzt, und  
 daß Mittel zur Markierung und Suche nach Objektpunkten und -strukturen auf dem Bedienbereich vorgesehen sind.

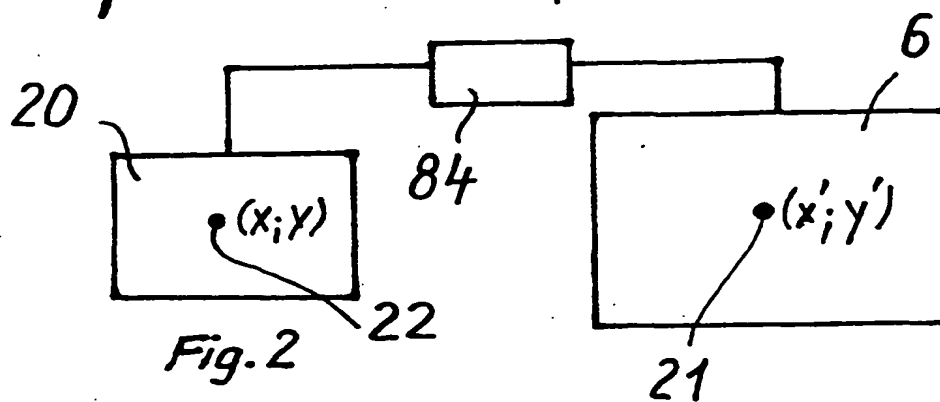
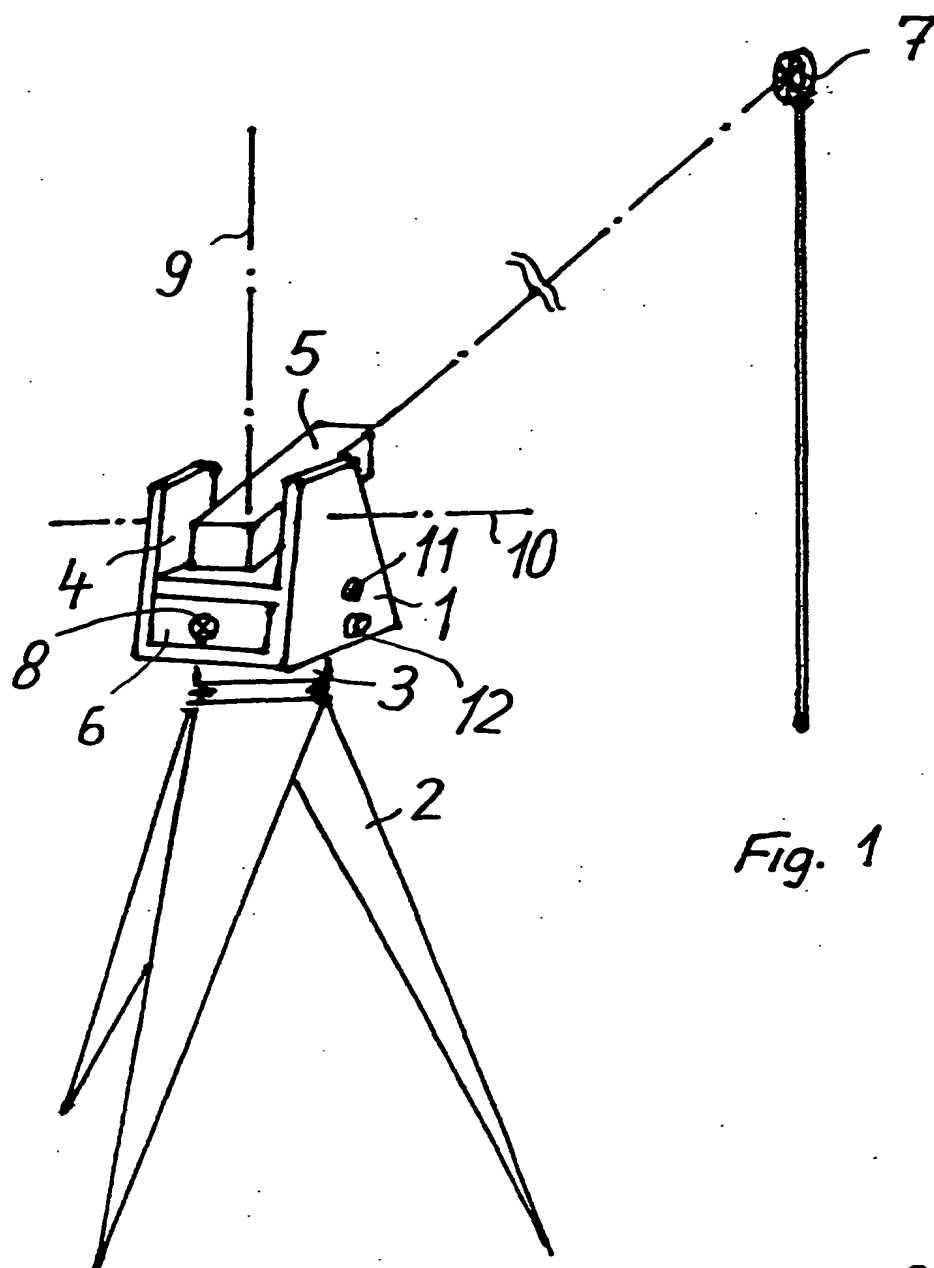
9. Anordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem Display softwaremäßig erzeugte Tasten für verschiedene geometrische Figuren und Strukturen vorgesehen sind, mit denen, mit Hilfe von entsprechender Software in einem, durch einen Cursor im Bildbereich markierten Objektbereich nach entsprechenden Figuren und Objektstrukturen recherchiert werden kann.

10. Anordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Pixelmatrix der Kamera CCD- oder CMOS-Elemente umfaßt.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---



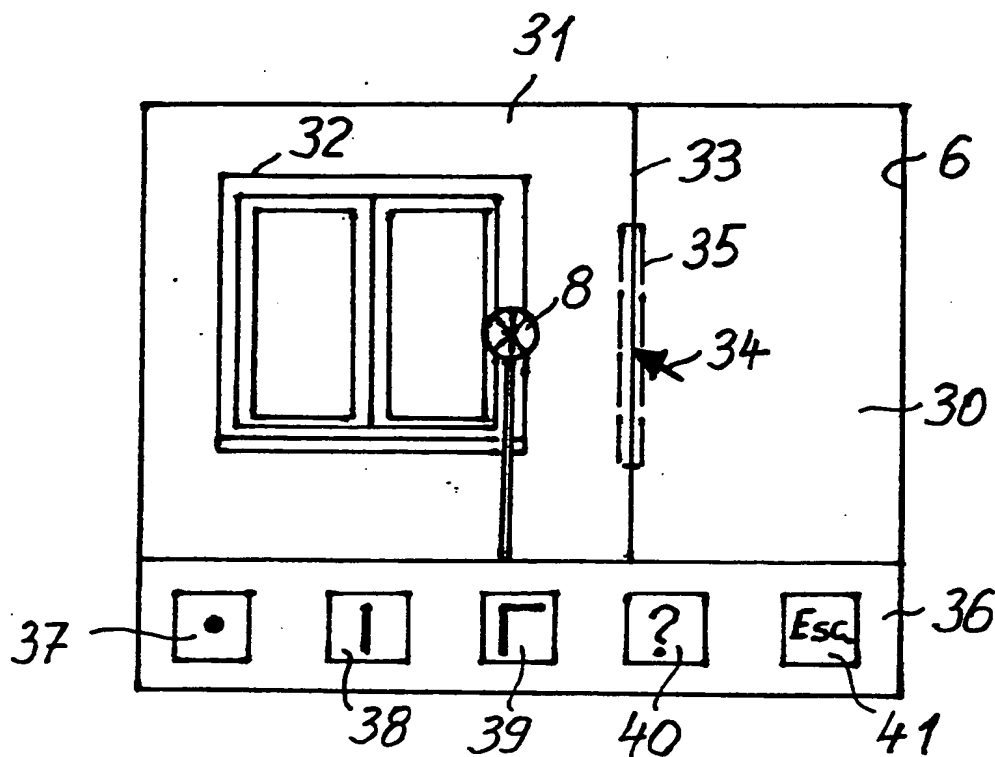


Fig. 3

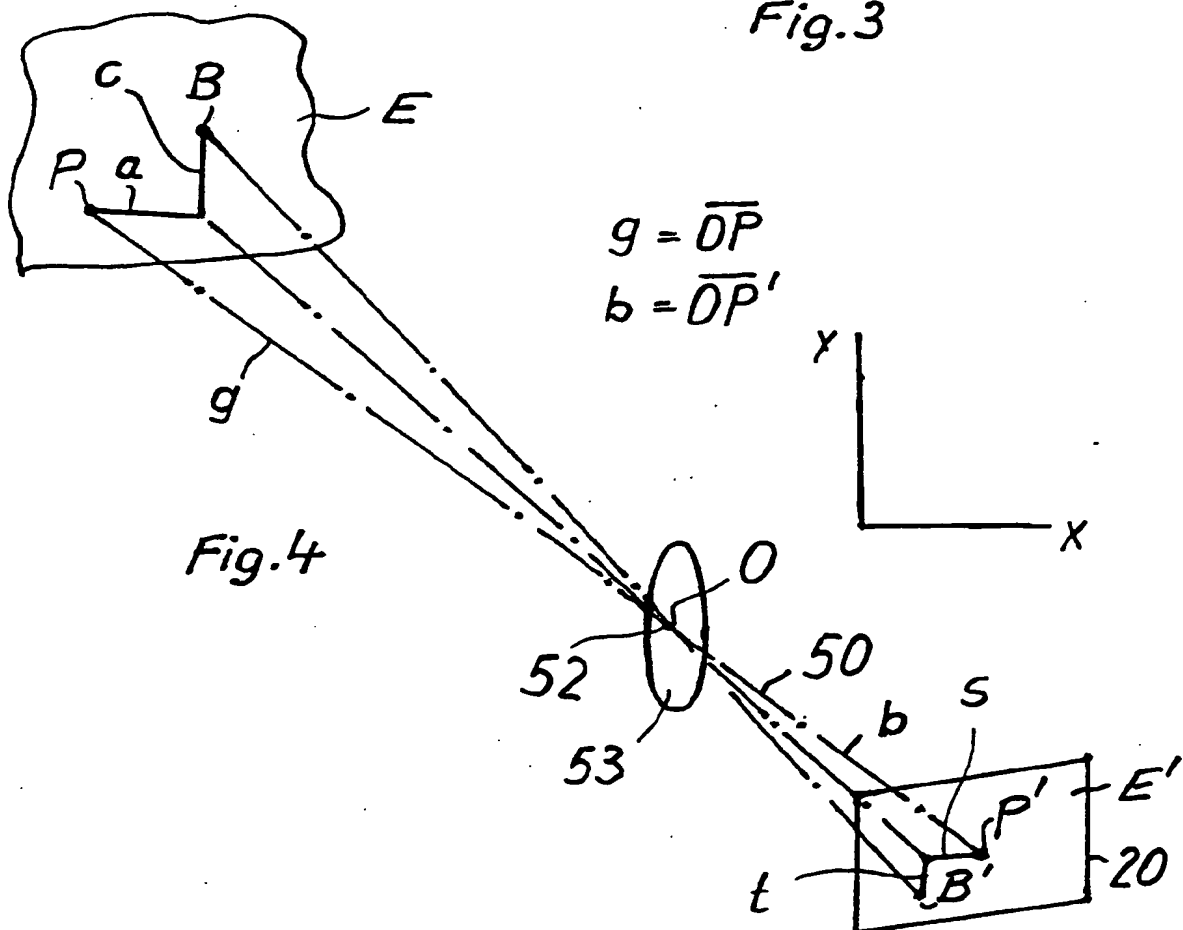


Fig. 4

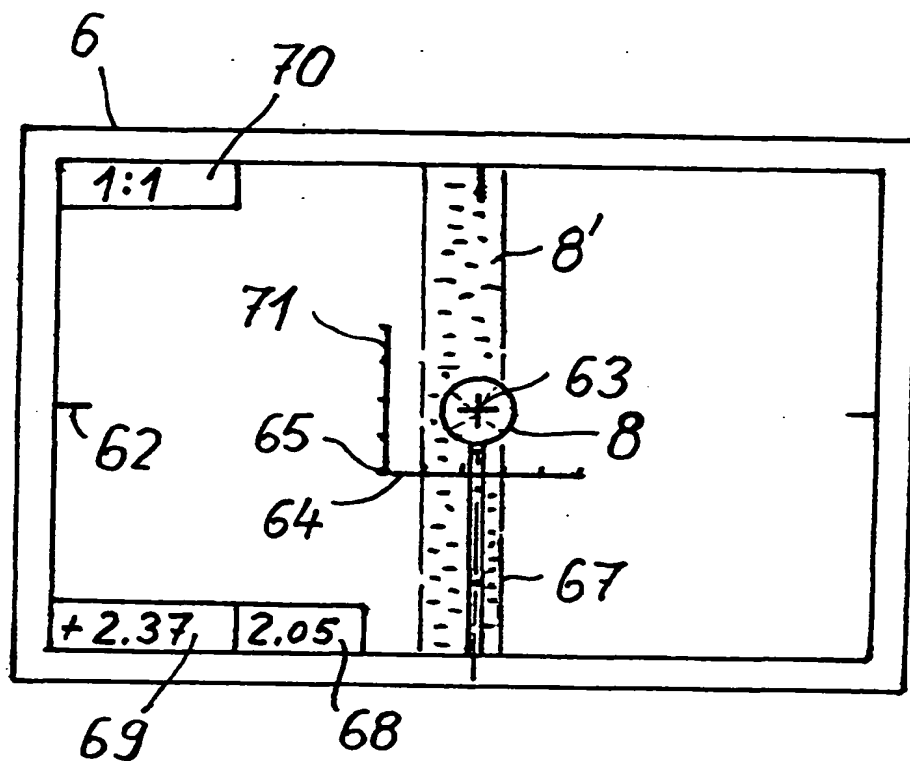


Fig. 5

### Translation of DE 199 22 321 A1

The invention relates to a method and an apparatus to the feedthrough of Videotachymeter equipped from geodetic measurements to the object point determination by means of, with an electronic camera.

From the DE 36 28 350 A1 known, a Tachymeter is to be coupled with a video camera, in order to take up gleichzeitig with the point admission a video image of the point with the point number on that fire chart-inertial.

Furthermore it is known, by means of photoelectric detectors, which are in the focal point of the telescope of a geodetic apparatus mounted, the attitude particular Zielmarken to seize. From the DE 35 38 812 A1 known is to seize the attitude of a particular structured Zielmarke with a position-sensitive detector. From the DE 195 28 465 A1 known is to determine the attitude of a luminescent or reflective Zielmarke by means of concentration from line and column sum functions. In both cases particular Zielmarken (fire charts or reflectors) are necessary, in order to determine the position of a point.

From the DE 196 04 018 A1 a method is for the measurement of building structures known, with which edges, which are not a measurement with a reflectorless laser range finder direct accessible, will measure thus that in close proximity of the edge points will measure distance-moderate, from which a plane computational fixed become. The anglemoderate position of the edge becomes with telescope and reticle theodolites of a visual certain and into the before certain plane in-calculated. The disadvantage adheres to the method that several Anzielungen is visual required, in order to determine the position of the edge. Errors can result, which are to be found locally not immediately.

A method for measuring of buildings after the DE 689 04 911 T2 included theodolites coupled with a rangefinder, become adequate with which a space the surrounding surfaces at ever at least three points and so the attitude of the surfaces in the space determined become. Disadvantage of this method is that it remains in the application on interiors limited, since it demands that the space which can be measured becomes essentially limited of walls.

The DE 198 00 336 A1 an used camera with one to these mounted rangefinders. The point determination made in the manner by means of two camera lists and the pick of three points with known geometric relationships to each other in both picks, known from photogrammetry. From US 5165 878 is an apparatus known, with which from three points from Panoramaaufnahmen made become. Over common points in the picks the made calculation of the photograph points of view as well as the coordinates in the images. In similar manner describes the WHERE 97/36147 A1 a method to the determination of the camera position with Stereoaufnahmen with arbitrary orientation from three points with known distances, which must be in both images present.

The disadvantage adheres to these solutions taken over from photogrammetry that a second appropriate camera position must be present, which cannot be found however always. Object of the Tachymetrie is it to determine with only a measurement if possible all necessary measurement data over a point to obtained and.

From the DE 197 30 257 A1 a shape measurement with a CCD camera known, with the focus-dependent correction of the distortion errors made is, in order to be able to work in contrast to usual photogrammetric cameras also at optic focussed on vicinity.

In the DE 40 32 657 A1 a method and measuring means are described to the position determination of space points. A measuring space point is anvisiert over an electronic image representation and the simultaneous Zielachse of distance measuring instrument on the space point aligned. Afterwards the angle values of the space point in azimuth and elevation as well as the removal of the point become of the measuring point certain. During the corresponding mechanism a camera is fitted on a distance measurer and stands thus for eccentric to the distance axle. An image processing is not provided. If several space points are to be measured, then these must be started successively.

The CH 680,951 A5 covers a method and an apparatus for automatic target acquisition, in particular with theodolites, whereby with an active search one works. Several target points simultaneous imaged become. These target points (object points) are signaled (marked) target points, usually in the form of positioned reflectors, with which one works. A measurement not signaled object points made not.

From the JP 59-202010 A (patent Abstracts OF Japan, P-344 March of 28, 1985 volume. 9/No. 68) an automatic rangefinder is known for the measurement of single points, whereby an image processing does not become made.

From the conference volume: "Optical 3-D Measurement Techniques III" of the conference of the University of Vienna of 2. - 4. October 1995 ", sides 251 to 262, is known, video images, to evaluate in theodolites incorporated CCD camera. The video measuring system consists of two or more video theodolites. With appropriate image processing methods the contrast of the objects in the image, which can be measured, becomes amplified. The evaluation of made, as points in picks of both locations and the subsequent coordinate regulation, corresponding usual with photogrammetric picks, by identification.

From the folder of the company Measurements DEVICE Ltd. the respective apparatus "Surveyor< TM> AS with video option " is known that a reflectorless measuring Tachymeter is additional equipped with a video camera. The video image is shown on a computer display. The Anzielung of a point can become by marking of the point on the screen with the mouse triggered. This point then distance and angles become measured. A land model generated from the calculation of measured point coordinates in the computer can be shown simultaneous with the video image on the screen, in order to be able to compare model and reality with one another. At this apparatus no image processing takes place, each point must single angezielt and measured become.

Like that it is the object of the invention to eliminate the disadvantages of the state of the art which facilitate measurements to simplify and, as the need is void, to accomplish the measurements from several Tachymeterstandpunkten and to connect a Videotachymeter with an external computer. Furthermore the operation of the apparatus is to become simplified and be able also from unskilled personnel to take place, and the determination of points in the image should be unique possible, without each interesting point single must be angezielt.

This object with the means dissolved stated in the first claim becomes according to invention. In the other claims details and other embodiments are described to the invention.

Thus a lens with an electronic digital camera, with pixel matrix in the focal point, a focusing mechanism the focus of the image on the matrix of the camera, becomes a display the display of the image of the camera and further distance measurer and Winkelmesssysteme the determination of the horizontal and vertical angles of the arrangement provided in the Videotachymeter, whereby a Pen, formed from lens and camera, a mouse, trackball or similar systems the identification of image contents of the display used become. The pixel matrix can be as CCD matrix or as a CMOS image sensor matrix formed. By means of a transformation will characterized pixels on the display pixel of the electronic camera associated and within the image contents of the associated pixels of the electronic camera becomes by means of actual known methods of the image processing after structures (z. B. Points, edges, corners) sought. It becomes the position and orientation of these structures regarding the Zielachse by lens and camera formed of the arrangement determined and with the help of the distance certain with the distance measurer at least a pixel as well as the angle dimensions of these structures in the object space in the respective view-planar certain, measured with the Winkelmesssystemen.

In a favourable embodiment the made display of the respective measuring and arithmetic procedures in the display.

It is favourable, the calculated structures in the display contrast-moderate to emphasize by flashing or color.

It is further favourable to fade in a ruler in display whose yardstick in the object space became calibrated by range finding.

Further it is favourable to store the photograms with the data calculated in addition for the documentation of the measuring process.

It is further favourable to bring any part of the image of the electronic camera with its full resolution on the display to the mapping. In addition it can be from advantage to also produce a Zielkreuz or strobes on the display.

In the case of display or storing it can be from advantage to reduce the resolution to the contour. That can take place by means of a nonlinear scale.

The invention is to become appended at an embodiment explained. Show:

Fig. 1 an overview of a Videotachymeters according to invention,

Fig. 2 a representation of the pixel allocation between display and camera chip,

Fig. 3 a representation of the graphic oriented data gathering on the display,

Fig. 4 the association between object and image space and

Fig. 5 a ruler faded in into the image.

The Fig. 1 shows a Videotachymeter 1, which is 2 established on a stand. The Tachymeter 1 has a Dreifuss 3, a support 4 and a telescope 5 with an electronic camera with CCD matrix or a CMOS image sensor matrix. The support 4 is more rotatable around a vertical Stehachse 9. The telescope 5 with the camera is more rotatable around an horizontal tilting axis 10, which is in the support 4 journaled.

The Videotachymeter 1 has not a represented inclination sensor actual known Winkelmesssysteme not represented more near to the measurement of the rotation around the Stehachse 9 (Horizontalwinkel) and around the tilting axis 10 (vertical angles against the horizontal plane), to the measurement of the inclination of the Stehachse 9 in two to each other perpendicular directions and a not represented distance measuring system to the determination from distances to object points and possibly. Points of basis as well as of object structures in the object space and other image contents. Stehachse 9 and tilting axis 10 are stacked vertical.

The telescope 5 contains a lens, a focusing lens as well as a picture-giving receiver, z together with the incorporated electronic camera in actual known manner. B. CCD matrix, which is in the focal plane of the lens of the telescope or the camera arranged. The CCD matrix is over a computer with a display 6 of the Videotachymeters connected, whereby that shows display 6 the image of the object, which is on that CCD matrix imaged.

Becomes if a goal or an object point, which is 7 shown for the example by a reflector, with the Videotachymeter angezielt, which by operation of the Triebknöpfe 11, 12 at the Videotachymeter effected becomes, then the image 8 of the reflector can become 7 in the display 6 viewed. As the picture repeating rate of the display is 6 sufficient high, for the example 10 to 25 images per second, the reflector 7 can be angezielt in same way as a target point with conventional telescopes with an eyepiece with the display 6.

The Fig. the CCD matrix 20 shows 2 as well as display 6 in a block diagram. Display 6 is here schematic as over the circuit 84 to the treatment of the image signal for the display with that CCD matrix 20 connected drawn. Display 6 is a so called Touchscreen, D. h. by affecting single locations on the display 6 the analogue operation of a keyboard the equipment computer can become certain control steps and commands reported. In particular single points can become 21 6 and thus marked touched on the display with a Pen, whereby the computer the coordinates (x', y') the touched pixel to determine can. Generally however displays do not have possess necessarily the same number of pixels as it the camera chips, so that a point 21 with the pixel coordinates (x', y') the display 6 a pixel 22 (x, y) that CCD matrix 20 associated will must. The x axis in horizontal row direction and the y axis are in vertical column direction with the CCD matrix 20. With the display 6 the analogue x' axis lies in horizontal row direction and y' the axis in vertical column direction.

In the simplest case for a mapping of the entire image content on the total area of the display the subsequent associations apply:

1. A number of pixels in a line that CCD matrix
2. b number of pixels in gaps a that CCD matrix

3. C number of pixels in a line of the display
4. D number of pixels in a column of the display

It applies:

$$x = \text{Int} [x' \cdot a/c] [1]$$

$$y = \text{Int} [y' \cdot b/d] [2]$$

Thus if a point becomes 21 with the coordinates  $(x', y')$  the display 6 of the Videotachymeters marked, this with the help of the equations [1] and [2] a pixel 22 with the coordinates  $(x, y)$  that CCD matrix 20 associated becomes. The function Int means thereby the integral portion. This marking can take place now in the known manner actual from computer programs for the image processing not only for points, but also for edges, corners and similar geometric figs and objects. In same way reported can become with the help of the display for the computer by marking of a soft key, which for a geometric object it concerns straight.

With the help of the Gl. [1] and [2] it is possible to regain these objects in the data set that CCD matrix 20. In the environment of the so calculated pixels  $(x, y)$  then sought becomes after the marked object by means of actual known image processing algorithms. The term environment means with the fact that the search range must become extended around as many pixels, as for a safe Subpixelinterpolation of the sought geometric objects required are. Further here noted are to become that used in place of CCD matrix can become also a CMOS image sensor matrix.

The procedure required in addition shows Fig. 3. Display 6 is here into two regions divided, an image region 30 and a control range 36. The image region 30 shows so the image 8 of the reflector 7, which is established at the destination in or at the object point, further for example a house front 31 with the house edge 33 as image content of objects, which become 1 received of the CCD camera of the Videotachymeters, and the window 32. With a cursor 34 now an object in actual ago manner known of computers with graphic control surface (z becomes. B. an edge or a point) marked. In Fig. 3 is the house edge 33 with a marking 35 surrounded, which became 34 generated with the help of the cursor.

In the control range 36 of the display 6 by software generated keys are 37-41 present. By contact of these keys with the Pen 35 after a geometric object sought can become with the help of the software in the marked region. The key 37 the effected search to a point, the key 38 for an edge, the key 39 for a corner. The key 40 has the function: Catch any object, D. h. by operation of this key the determined software of the used computer the type of the object. In the example of the house edge 33 the key becomes 38 operated. The software of the computer of the Videotachymeters 1 certain for the pixel coordinates  $(x', y')$  by the marking 35 the circumscribed the region of the display 6 the associated pixels  $(x, y)$  that CCD matrix by means of the equations [1] and [2] and looks for in this region for example for an edge.

The Subpixelinterpolation of the geometric objects made by actual prior art methods of the image processing. The edge found by Subpixelinterpolation can be deposited then favourably with another color in the display 6, in order to mark their calculated attitude. With the escape key 41 then for example the menu level or the control range 36 can be left. In the manner shown all geometric objects in the image labeled and them can be assigned coordinates in the system that CCD matrix 20.

Fig. the association between one plane each shows 4 in the object and image space. Like that a plane E is in the object space of a plane E' in the image space in the plane that CCD matrix 20 associated. The optical axis 50 of the Videotachymeters 1 is 20 marked by a point P in the object space, the objective main point 52 of the schematic drawn telescope objective 53 and the piercing point P' of the optical axis 50 by the CCD matrix. This piercing point P' has the coordinates  $(x_m; y_m)$  in the coordinate system that CCD matrix 20.

The image plane E' that CCD matrix 20 is vertical to the optical axis 50. In the image plane the piercing point P' of the optical axis 50 and a pixel lie B'. The pixel B' has the coordinates obtained by Subpixelinterpolation  $(x_i; y_i)$ . The tray s of the point B' to the piercing point P' of the optical axis 50 in x-direction results out  $(x_i - x_m)$ . The tray t of the point B' to the piercing point P' of the optical axis 50 by the plane E' in y-direction results out  $(y_i - y_m)$ .

In an object plane E vertical to the optical axis lies the object point B which can be determined, whose mapping is the point B' in the image plane E', as well as a piercing point P on the optical axis, which is

the piercing point of the optical axis 50 by the plane E, in which the object point B lies. The object point B knows part of a corresponding Fig. 3 marked and interpolated geometric object 33 (Fig. 4) its. The object point B has the lateral tray A and the tray in the height of C, which can be determined, to the piercing point P in the plane E vertical to the optical axis 50. These trays are zuordenbar trays (coordinates) A and C.

If the scale M is known, these coordinates (A can; c) certain become. It results:

$$A = M \cdot (x_i - x_m) [3]$$

$$C = M \cdot (y_i - y_m) [4]$$

The yardstick M can become on many way certain. So a range finding can take place both after a reflector or also reflectorless to the point P. The yardstick M results after known optical laws too:  
 $M = g/b [5]$

B is the image intercept, D. h. the distance that CCD matrix 20 of the picture-lateral principal plane of the lens 53. The article width g is the distance of the point P of the object-lateral principal plane of the lens 53, which can become from the measured distance and the optics data of the telescope 5 certain. The distance is the distance of the point P of the Stehachse of the Videotachymeters, around which this is more pivotal.

Further a trigonometric ranging can become direct the point B and/or the geometric object, which contains the point B, in the manner performed that a second Videotachymeter the same point anmisst, whereby the distance of both apparatuses and their mutual orientation are known to each other. These methods are known and not item of this invention.

With the help of the distance, which can become with the Winkelmesssystemen of the Tachymeters measured horizontal and vertical angle as well as the equipment inclinations again in known manner angezielten object points P coordinates associated. From the image content that CCD matrix 20 extracted, geometric objects know with the help of the equations [3] and [4] when horizontal aiming coordinates regarding angezielte object points P associated become. In the case of inclined aiming the measurement values corresponding known regularities from photogrammetry are to be reduced. Thus it is possible to determine from geometric objects coordinates.

The Fig. another formation according to invention of the display 6 of the Videotachymeters 1 shows 5, with which in place of a digital image processing an analogue measuring possibility exists in the image. Display 6 shows first framework marks 62 as well as a Zielkreuz 63, that the optical axis 50 (Fig. 4) marked. These framework marks 62 become by software generated. With the Videotachymeter 1 if a reflector is angezielt, the image of the reflector 8 appears in the display 6. Further the image one is to be likewise seen in the frame of located object 8% which can be measured for the example a tree, which is at least approach in same removal as the reflector 8. With known distance to the reflector 8 the yardstick-large A and C with the help of the equations [3] and [4] (Fig can. 4) calculated become. These magnitudes become 64 shown at a yardstick. The yardstick 64 can become around its origin 65 rotated and free with a cursor shifted. Thus it is the user possible, by application of the yardstick 64 to images of measuring objects 67 (z. B. To make edge of the tree 8 ') measurements to measure for the example the diameter of the tree. The measured variable of the yardstick 68, the attitude of the cursor to the Zielkreuz 69 and the yardstick of the display 70 can become likewise favourable on separate fields or at selected locations in or on the display 6 displayed. It is also possible, the vertical cursor yardstick 71 with the inclination angle of the telescope 5 Fig. 1) to vary against the horizontal plane, so that the magnitude becomes C into the vertical direction projected.

The clarity also calculated structures on the display can become contrast-moderate highlighted, for example by flashing the structures or by a coloured identification the same.

The invention is not limited on the foregoing embodiment. So that can be display at the telescope or also by the Tachymeter remote mounted. The image can become different gezoomt or also scale shown varying from the center to the edge. Photograms can become together with the measurement data extracted from them store

### Translation of claims

1. Method for determining the coordinates of object points by means of a Videotachymeters arranged equipped with an electronic, pixel matrix comprising camera at a Tachymeterstandpunkt,

- whereby with the help of the electronic camera of the Videotachymeters object points which can be measured and/or - structures of comprising images received become, which on a display of the Videotachymeters shown and in a computer stored becomes,  
and those, which object points which can be measured and/or - structures of comprising image contents on the display designating pixel by means of electronic means marked or characterized become, and whereby with the help of the distance measurer of the Videotachymeters the distance at least an object point and with the Winkelmeßsystemen of the Videotachymeters height and Horizontalwinkel that at least an object point measured become, thus characterized,

- that by means of a transformation so marked or characterized pixels on the display pixels on that become matrix of the electronic camera associated,

- that within the image contents of the associated pixels of the electronic camera by means of actual known methods of the image processing after structures, like points, edges, corners sought becomes,

- that the position and orientation of these structures become determined regarding the Zielachse of the Videotachymeters formed by lens and camera,

- and that become certain with the determined distances and the angles measured with the Winkelmeßsystemen the dimensions of these structures in the object space in the respective view-planar.

2. Process according to claim 1, characterised in that the display of respective measuring and arithmetic procedures in the display made becomes.

3. Process according to claim 1 or 2, characterised in that the calculated structures in the display contrast-moderate, by flashing or color highlighted becomes.

4. Method after one of the preceding claims, characterised in that is faded in at least one ruler in display, whose yardstick is in the object space calibrated by range finding.

5. Methods after one of the preceding claims, characterised in that the captured images with the data for the documentation of the measuring process in a computer stored, calculated in addition, become.

6. Method after one of the preceding claims, characterised in that any part by the electronic camera of the captured image with its full resolution on the display of the Videotachymeters imaged becomes.

7. Methods after one of the preceding claims, characterised in that at least one Zielkreuz or strobes also on the display generated and visualized become.

8. Arrangement to the implementing the method after one of the claims 1 to 7, comprising at an equipment location a Videotachymeter with telescope and video camera with pixel matrix, a computer and a display to the representation of the object points as well as stretching and Winkelmeßsysteme to the determination from distances, as well as horizontal and vertical angles to object points B, thereby, imaged on the pixel matrix, characterized,

- that that display (6) at least a serving and an image region (36; 30) possesses,

- that a cursor (34) to the marking of that the object points and/or - structures (31; 32; 33) comprising image contents (35) on the image region (30) provided is,

- that the software of the computer assigns by means of a transformation pixels on the pixel matrix (20) of the video camera to the so marked pixels on the image region (30)

- and that are provided on the control range (36) of the display (6) generated keys (37 to 40) for different geometric figs and structures by software, after which by corresponding software in the image content on the pixel matrix (20) associated pixel it can be investigated.

9. Arrangement according to claim 8, characterised in that the pixel matrix (20) of the video camera of CCD or CMOS elements covers.